



Návrh nového bezpečnostního systému pro motorkáře

Bakalářská práce

Studijní program: B3107 – Textil

Studijní obor: 3107R007 – Textilní marketing

Autor práce: **Matouš Vápeník**

Vedoucí práce: doc. Dr. Ing. Dana Křemenáková



Design of a new safety system for motorcyclist

Bachelor thesis

Study programme: B3107 – Textil

Study branch: 3107R007 – Textile marketing - textile marketing

Author: **Matouš Vápeník**

Supervisor: doc. Dr. Ing. Dana Křemenáková





Zadání bakalářské práce

Návrh nového bezpečnostního systému pro motorkáře

Jméno a příjmení: **Matouš Vápeník**
Osobní číslo: T16000288
Studijní program: B3107 Textil
Studijní obor: Textilní marketing
Zadávající katedra: Katedra hodnocení textilií
Akademický rok: **2018/2019**

Zásady pro vypracování:

1. Provedte rešerši na téma vlastnosti lineárních kompozitů se stranově vyzařujícími optickými vlákny a jejich aplikace.
2. Navrhněte způsob začlenění lineárního kompozitu s optickými vlákny do motorkářského oděvu.
3. Ověřte vybrané vlastnosti lineárního kompozitu s optickými vlákny a samotných optických vláken.
4. Návrh motorkářského oděvu ekonomicky zhodnoťte.



Rozsah pracovní zprávy:
Forma zpracování práce:

30 – 40 stran
tištěná/elektronická



Návrh nového bezpečnostního systému pro motorkáře

Seznam odborné literatury:

- [1] Křemenáková, D., Militký, J., Šesták, J.: Vláknenné struktury a jejich aplikace. Část II: Optické vlastnosti textilií. O.P.S. Kanina 2013.
- [2] Křemenáková, D., Mishra, R., Militký, J., Mareš, J.J., Šesták, J.: Selected Properties of Functional Materials. Part II: Optical Properties of Textiles. O.P.S. Kanina 2013.
- [3] Militký, J., Křemenáková, D., Šašková, J.: Optical Attenuation of Linear Composites Containing SEPOF. 18th World Textile Conference AUTEX 2018. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 460 (2018) 012035 IOP Publishing.

Vedoucí práce:

doc. Dr. Ing. Dana Křemenáková
Katedra materiálového inženýrství

Konzultant práce:

Ing. Jana Šašková, Ph.D.
Katedra materiálového inženýrství

Datum zadání práce:

16. října 2018

Předpokládaný termín odevzdání:

18. dubna 2019

Ing. Jana Drašarová, Ph.D.
děkanka

V Liberci 21. ledna 2019



doc. Ing. Vladimír Bajzík, Ph.D.
vedoucí katedry



Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum: 9. dubna 2019

Podpis:

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Vojtěch' or similar, written in a cursive style.

Poděkování

Rád bych poděkoval své vedoucí práce paní doc. Dr. Ing. Daně Křemenákové za užitečné rady, trpělivost a ochotu a také paní Ing. Janě Šaškové, Ph.D. za její pomoc při laboratorním měření. Dále velký dík patří i panu Ing. Vítu Lédlovi, Ph.D., který mi pomohl s řídicím obvodem optických vláken pro motocykl.

V neposlední řadě bych rád poděkoval celé své rodině a přátelům, kteří mě v celé bakalářské práci a při studiu plně podporovali a motivovali.

Anotace

Cílem bakalářské práce bylo navrhnout bezpečnostní systém pro motorkáře pro zvýšení viditelnosti za snížené viditelnosti, jeho detailní popis a následnou implementaci do motocyklové bundy, společně ekonomickým zhodnocením celého systému. V teoretické části jsou popsány obecné vlastnosti optických vláken, zejména světelná intenzita. Byly zde vypočteny i parametry, které se týkají bezpečného užívání oděvu se systémem. V neposlední řadě je popsáno i vlastní využití vláken v praxi. V praktické části je detailně popsána samotná realizace bezpečnostního systému. Na trhacím přístroji byly naměřeny síly potřebné k přetržení konektoru systému a též světelná intenzita vláken v závislosti na vzdálenosti od světelného zdroje.

Klíčová slova

optické vlákno, bezpečnostní systém, intenzita svítivosti, síly v přetrhu, ekonomické zhodnocení

Annotation

The bachelor thesis describes the design of a new safety system for motorcyclists in a worse weather, detailed description and implementation into motorcycle jacket, together with economic evaluation. The theoretical part describes the general properties of optical fibers, mostly light intensity. Parameters relating to the safe use of clothing with the system have also been calculated. Last but not least, the actual use of fibers in practice is described. The practical part describes in detail the realization of the system. The tearing apparatus measured the forces needed to destroy the system connector as well and the light intensity of the fibers depending on the distance from the light source.

Keywords

optical fiber, safety system, intensity of luminale, forces, economic evaluation

Obsah

Seznam použitých zkratk a symbolů.....	9
Úvod.....	11
1 Historie optických vláken.....	12
2 Lineární kompozit	15
2.1 Snellův zákon, index lomu	16
2.2 Princip šíření světla ve vláknu (koncově vyzařující / stranově vyzařující)	17
2.3 Měření světelné intenzity	19
3 Druhy optických vláken (jednovid, mnohovid).....	21
3.1 Technické možnosti zhotovení obalu vlákna	23
3.2 Uplatnění lineárního kompozitu na trhu	24
3.3 Porovnání aktivních a pasivních bezpečnostních prvků	27
4 Vlastní návrh oděvu.....	28
4.1 Typy a barvy použitých LK v motocyklovém oděvu.....	32
4.2 Firma STAP	33
5 Měření světelné intenzity a spektra LED	34
5.1 Efektivní vzdálenost viditelnosti oděvu v praxi.....	38
5.2 Měření potřebné síly k rozpojení konektoru	39
5.3 Výpočet potřebné síly k rozpojení konektoru	41
6 Marketing a ekonomické zhodnocení návrhu oděvu.....	43
6.1 Segmentace trhu	43
6.2 Životní cyklus produktu	45
6.3 Cenová strategie	46
6.4 Distribuční strategie	49
6.5 Cesta výrobku.....	49
Závěr	50
Zdroje.....	51

Seznam použitých zkratk a symbolů

LK	-lineární kompozit
FT	-fakulta textilní
LED	- elektroluminiscenční dioda
dB	-decibel
m	-metr
km	-kilometr
nm	-nanometr
n	-index lomu
SEPOF	-stranově vyzařující optické vlákno
sin	-sinus
c	-rychlost světla ve vakuu
v	-rychlost
cm	-centimetr
ϕ	-úhel odraženého světla
NA	-numerická apertura
L	-délka
K	-počet vláken
d	-průměr
φ_e	-vyzařující energie
TUL	-Technická univerzita Liberec
MatLab	-matematická laboratoř
PC	-stolní počítač

W	-watt
P_c	-intenzita vyzařování na vstupu do vlákna
V	-strukturální parametr
λ	-vlnová délka
UV	-ultrafialové záření
ISO	-mezinárodní organizace pro normalizaci
EU	-Evropská unie
USA	-Spojené státy americké
tab	-tabulka
obr	-obrázek
sm	-spodní mez intervalu
hm	-horní mez intervalu
pr	-průměr
N	-Newton
F_{\max}	-maximální síla
Pa	-Pascal
IS	- interval spolehlivost
f	-součinitel tření
m	-hmotnost
a	-zrychlení
g	-gravitační zrychlení
F_T	-síla působící mezi kabelem a konektorem
DPH	-daň z přidané hodnoty
ks	-kusy

Úvod

Bakalářská práce je zaměřena na uvedení nového bezpečnostního prvku motocyklistů na trh. Zmiňovaným prvkem je motocyklová bunda s implementovanou technologií lineárního kompozitu (LK). LK tvoří spolu s elektroinstalací bezpečnostní systém, který výrazně zvyšuje bezpečnost řidiče motocyklu v silničním provozu. Podobnou myšlenkou se zabýval docent Havelka ve své práci „*Signalizační cyklistická a sportovní bunda*“ (FT), ve které osvětluje LED diodami cyklistu. Nicméně tento bezpečnostní systém je první na trhu a v práci jsou popsány jeho veškeré technické podrobnosti. Práce obsahuje teoretické zpracování technologie optických vláken, uplatnění vláken na trhu a následné začlenění motocyklového oděvu na trh. Dále je v práci popsán samotný oděv s možnostmi dalších inovací. Tento kompletní návrh je podložen měřením světelné intenzity, spektrálním měřením a trhací zkouškou konektorového spoje. V neposlední řadě je navržen cenový odhad bezpečnostního systému a jeho varianty.

Optické vlákno je používáno především v oblasti přenosu dat na velké vzdálenosti. Optická vlákna stranově vyzařující jsou dnes aplikována do plošných bezpečnostních textilií, "smart" oděvů a podobných produktů. Cílem práce je implementovat lineární kompozit (LK) do již existujícího oděvu a tím zvýšit bezpečnost motocyklisty v silničním provozu i mimo něj.

Téma této práce je zaměřeno na stranově vyzařující optická vlákna využívaná a aplikovaná v textilním průmyslu. Bakalářská práce je rozdělena do šesti hlavních částí.

Úvodní částí je obecné seznámení s optickým vláknem a přenosem jeho signálu (světla), se kterým souvisí Snellův zákon a index lomu světla.

Dále jsou v rešeršní části vyjmenovány druhy optických vláken a jejich možná výroba, užití a technické inovace. V práci je zmíněno i o veličinách měřených v souvislosti s praktickou částí práce.

Ve třetí části je popsán vlastní návrh optických vláken implementovaných do motocyklové bundy, obecné požadavky vyžadované pro silniční provoz a možné designové návrhy. Mezi technické parametry je zařazeno použití výrobku za běžných provozních podmínek, údržba a životnost výrobku.

Čtvrtá část se zabývá marketingem kompletního výrobku a technického zdůvodnění. Jsou zde zváženy možné finanční i technické inovace pro případné rozšíření výroby.

Experimentální část obsahuje samotné měření světelné intenzity vláken, měření maximální síly soudržnosti konektoru po připojení napájení k motocyklu. Vlákná jsou měřena v napřímeném stavu s různě barevnými paspulemi a od různých výrobců.

V závěru jsou shrnuty veškeré naměřené hodnoty, poznatky spjaté s touto prací a následně byly zhodnoceny stanovené cíle práce.

1 Historie optických vláken

Bohatá historie vývoje, popisu a výroby optických vláken a jejich fungování je popsána v několika knihách a výtiscích. Již v období Římské říše se formovalo sklo do tvaru napodobující skleněné vlákno dnešní podoby. První fungující vynález se čásoje do roku 1790, kdy francouzští bratři Chappe vynalezli speciální vizuální komunikaci pod dnešním názvem optický telegraf. Tento telegraf vysílal signály pomocí světla na velké vzdálenosti, kam lidské oko dohlédlo. Využíval ho například i Napoleon při svém vládnutí. Fyzikové Daniel Collodon a Jacques Babinet v roce 1840 dokázali, že světlo může být nasměrováno kamkoliv proudem vody. To bylo využíváno ve věžích, mezi kterými si posílala obsluha věže zprávy. V roce 1845 dokázal britský fyzik John Tyndall, že světlo může procházet zakřiveným proudem vody. Experiment předvedl na nádrži s vyústěnou zakřivenou trubicí. Po rozsvícení světla do naplněné nádrže vodou se světelný paprsek objevil i ve vodě tekoucí z trubice. Alexander Graham Bell v roce 1880 patentoval optický telefonní systém, který sám nazval "fotofonem". Nicméně tento vynález byl pouze na úrovni experimentu a nikdy nebyl uveden do praxe. Logie Bairdová v Anglii a Clarence W. Hansellová ve Spojených státech patentovali myšlenku použití dutých trubek nebo průhledných tyčí pro přenos obrazů televizních nebo faxmailových systémů.

Následně v roce 1930 německý student medicíny, Heinrich Lamm, byl prvním člověkem, který spojil několik optických vláken do svazku tak, aby byl pomocí něj schopen vidět obraz špatně dostupných částí uvnitř lidského těla. V roce 1954 napsali holandský vědec Abraham Van Heel a britský vědec Harold H. Hopkins samostatné

články o zobrazovacích vlákenných svazcích. Hopkins psal o zobrazovacích svazcích nekonečných vláken, zatímco Van Heel popisoval jednoduché svazky krytých vláken. Van Heel pokryl samotné vlákno vrstvou s nižším indexem lomu. Tato vrstva měla chránit vlákno před pokřivením a výrazně snížit interferenci mezi sousedními vlákny. Dosud žádná vlákna, která byla vyvinuta, neměla další ochrannou vrstvu, jakou je vybavil Van Heel. Podnětem byl rozhovor s americkým fyzikem optiky Brianem O'Brienem. Tehdy Van Heel učinil zásadní inovaci opláštění kabelových optických vláken pokrytím holého vlákna nebo skla, později plastu, průhlednou krycí vrstvou s nižším indexem lomu. Tato vrstva chránila celkový odrazový povrch před porušením, vnějšími vlivy a výrazně omezila vzruchy mezi více vlákny.

Do roku 1960 měla skleněná vlákna útlum 1 dB na metru délky. To bylo pro zdravotnictví a medicínu přijatelné, avšak pro telekomunikaci nikoliv. Ve stejném roce byl vynalezen a následně testován první nepřetržitě provozovaný helio-neonový plynový laser. Následně byl zkonstruován operační laser. Využíval medium synteticky vytvořený růžový rubínový krystal a vytvořil paprsek světla. O rok později americký optik a fyzik Elias Snitzer vydal publikaci, ve které popsal skleněné vlákno s vnitřním průměrem tak malým, že jím mohl procházet paprsek na principu laseru. To bylo již dokázáno o rok dříve, kdy proběhla první operace laserem. [2]

Vlákno stále mělo útlum 1 dB/m. Začala se využívat zařízení, která fungovala na mnohem delší vzdálenosti, s čímž byla spojena ztráta světla. Ta pro funkčnost nesměla přesáhnout útlum 10 - 20 dB/km. Kritickou a teoretickou specifikaci pro komunikační zařízení pro dlouhý dosah popsal v roce 1964 doktor Charles K. Kao. Výzkum se uchyloval k čisté formě skla, která by snížila ztrátu světla. O šest let později na této teorii začal pracovat tým, který experimentoval s křemenem, který se měl následně natavit. Ten dosahuje extrémní čistoty a tudíž nízkého indexu lomu světla. Bohužel jeho teplota tání byla příliš vysoká pro jakékoliv zpracování.

Poté vědci Peter Schutz, Robert Maurer a Donald Keck sestrojili optický drát, který byl schopný nést 65 000krát víc informací než drát z mědi, ve kterém se šířily informace vlnami a mohly být posílány tisíce kilometrů daleko. Tímto vynálezem byl vyřešen problém útlumu (ztráta dB), kdy ztráta čítala 17dB/km při vlnové délce 633 nm. Do struktury byl přidán prvek titanu pro lepší přenos. Následně bylo v červnu roku 1972 vyvinuto vlákno s příměsí germania, které mělo ztrátu pouhé 4 dB/km a bylo mnohem pevnější než předchozí "titanové vlákno". O rok později spustil John MacChesney komerční výrobu optických kabelů. Od dob vzniku ultra-transparentního materiálu pro výrobu vlákna se zlepšil výkon i kvalita vláken.

První komunikační spojení pomocí optického vlákna bylo do provozu uvedeno v roce 1975 na policejní stanici v Dorsetu (UK), o dva roky později v Long Beach (Kalifornie). Na základě inovované laserové technologie byl v roce 1988 uveden do provozu první transatlantický telefonní kabel. První kabel s využitím optických vláken TPC-5, který využíval optické zesilovače, byl položen na dno Tichého oceánu v roce 1996. V roce 1997 byl natažen kolem celého světa optický kabel, který poskytuje infrastrukturu internetu po celém světě. [2]

Na základě této bohaté minulosti optických vláken a jejich využití jsem chtěl můj nápad zařadit jako další možný pokrok s touto technologií. Nejedná se o nový vynález, ale využití motocyklové bundy v kombinaci s lineárním kompozitem by v praxi přineslo mnoho pozitivních aspektů v bezpečnosti. Prozatím není žádná konkurence, která by s touto technologií v oděvu na stejném principu fungování prorazila na trh. Po domácku vyrobených produktů, které se trochu tomuto nápadu, je pomálu a fungují na jiném principu napájení (bateriové zdroje). Nejblíže je již fungující firma SciLif, která vlákna umísťuje též do různých textilních výrobků. Produkty jsou ale napájeny bateriově a nejsou kompatibilní s jiným zařízením, jako například motocyklem. Nicméně, příprava pro připojení s motocyklem byla provedena právě s firmou SciLif.

2 Lineární kompozit

Lineární kompozit (LK) se skládá z textilního obalu, stranově či koncově vyzařujícího optického vlákna, zdroje elektrické energie a LED. Textilní obal chrání vlákno proti UV záření, umožňuje implementovat LK do oděvu a zvyšuje intenzitu vysvitu. Obaly jsou plošné textilie tkané (vazba plátno, kepr, atlas) nebo pletené.

Optické vlákno je skleněné či polymerní vlákno, které vede datové signály či světelné toky podél vlastní osy. Vlákno má dvě části z hlediska materiálového složení. Vnitřní část je jádro, které má odlišný index lomu. Vnější obal jádra je plášť. Signál či světelný tok je veden vnitřním jádrem vlákna. Jednotlivé paprsky světla prochází jádrem vlákna, poté se odráží od pláště a vycházejí ven. Z toho vyplývá, že jádro vede světelný tok a plášť je vrstva, která zajišťuje odraz/průchod paprsku. Ochranná vrstva chrání tyto dvě části před poškozením.

Na tomto principu existují dva druhy vláken: *koncově* a *stranově* vyzařující optická vlákna. Koncově vyzařující mají za úkol na základně vyššího indexu lomu jádra přenést vláknem veškerý signál (světlo) na dlouhé vzdálenosti. Na druhé straně stranově vyzařující vlákna vyzařují světlo v průběhu své délky, tudíž dochází k postupnému vysvícení. [1], [3]

Předchůdce optického vlákna byl kovový vodič, u kterého však docházelo k elektromagnetickému rušení a přenosovým ztrátám. Optické vlákno jej nahradilo nejen z důvodu tvarové flexibility, ale též kvůli menší hmotnosti. Kromě světelného využití se vyskytuje i v telekomunikacích, kde dokonale přenáší datové signály na velké vzdálenosti.

V dnešní době se optická vlákna používají v bezpečnostních textiliích, v oděvech pro efektní úsmysl či jako osvětlení společenských prostor různých budov. Všeobecnou nevýhodou vlákna je jeho praktická nefunkčnost při překročení mezního rádiusu. Praktické zlomení vlákna změní negativně jeho přenosové vlastnosti. Plastová optická vlákna, která byla často z polymethakrylátu, se využívala již v 60. letech firmou Pilot Chemical v Bostonu a později firma Du Pont. Ztráta těchto vláken byla okolo 1000dB / km, proto firma Du Pont prodala tento patent firmě Mitsubishi Rayon (1978). Ta po letech výzkumu snížila ztrátu vysvitu na 150dB / km při vlnové délce 650nm. [1], [3]

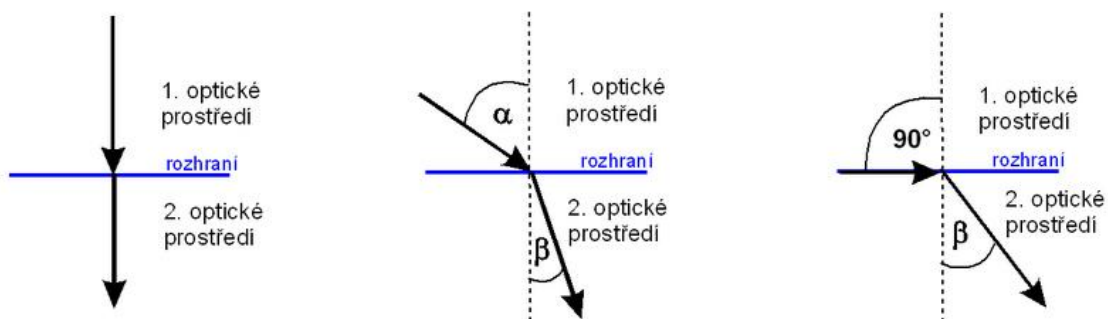
2.1 Snellův zákon, index lomu

Snellův zákon společně s teorií indexu lomu je základem fungování technologie přenosu světla optickým vláknem. Index lomu n je fyzikální bezrozměrná veličina, která vyjadřuje změnu rychlosti šíření paprsku světla při přechodu mezi dvěma rozdílnými prostředími. Podíl rychlosti světla ve vakuu a rychlosti světla v hmotném prostředí je tedy náš hledaný index lomu světla. Čím vyšší hodnota, tím je rychlost paprsku pomalejší v daném prostředí. [4] Tento stav vyjadřuje rovnice (1)

$$n = c/v \quad (1)$$

kde n je absolutní index lomu, v [m/s] je rychlostí světla v daném prostředí a c [m/s] je rychlost světla ve vakuu.

Ve Snellově zákonu je zmíněno o dvou rozdílných indexech, tzn. o indexu prostředí, ze kterého paprsek přichází a indexu prostředí, do kterého paprsek vniká. Na základě rozdílných hodnot se paprsek láme skokově. Z hustšího prostředí do řidšího prostředí se záření/paprsek láme směrem od kolmice. Opačně z prostředí řidšího do prostředí hustšího se paprsek láme směrem ke kolmici. Toto se určí díky základní rovnici (2) Snellově zákonu



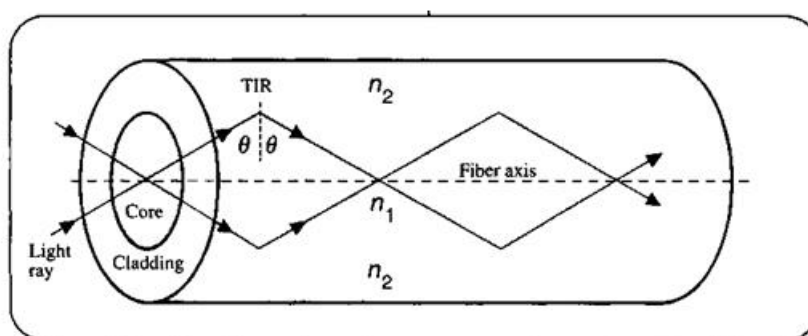
Obr. 1: Lom světla při přechodu ze dvou rozdílných prostředí [3]

$$n_1 \cdot \sin \alpha = n_2 \sin \beta \quad (2)$$

kde n_1 je index lomu prvního optického prostředí=jádra vlákna, α je úhel svírající paprsek s osou prvního optického prostředí, n_2 je index lomu druhého optického prostředí=pláště vlákna a β je úhel svírající paprsek s osou druhého optického prostředí. [4]

2.2 Princip šíření světla ve vláknu (koncově vyzařující / stranově vyzařující)

Světlo, které se pohybuje hustým prostředím a dopadá na rozhraní řidšího prostředí, musí dopadat pod větším úhlem než je úhel mezní. Je-li úhel dopadu větší než úhel mezní, pak se světlo odrazí úplně. Tento jev se objevuje u LK, kde se světlo udrží uvnitř jádra vlákna a šíří se dál kolem vlákna pryč z rozhraní. Pouze světlo, které vstoupí do vlákna v určitém intervalu úhlů, se může šířit bez propuštění. Tento interval úhlů je nazýván "vstupním kuželem" vlákna [5] viz obr. 2



Obr. 2: Princip šíření světelného signálu uvnitř optického vlákna [6]

Úhel odraženého světla na hranici mezi pláštěm a jádrem při úhlu dopadu je dán rovnicí (3) Snellova zákona

$$\phi = \arcsin\left(\frac{n_1 \cdot \sin(\theta)}{n_2}\right) \quad (3)$$

Při aplikaci vlákna a jeho následného ohýbání se mění úhel dopadu a odrazu vedeného světelného toku. Překročení mezního úhlu odrazu může způsobit to, že se odražený signál nevrátí zpět do jádra. To způsobí pokles světelných signálů ve vláknu a snížení světelné intenzity. Jednoduše řečeno, čím méně ohybů s co největší poloměrem, tím větší bude intenzita svitu podél osy vlákna na delší vzdálenost. Skleněná vlákna mají větší minimální poloměr ohybu při stejném průměru než vlákna plastová.

Parametr charakterizující kolik světla je systém schopný využít určuje numerická apertura (NA), která se rovná přibližně sinu kritickému úhlu [1]

$$NA = \sqrt{n_1^2 - n_2^2} \quad (4)$$

U polymerních optických vláken je numerická apertura vyšší než u skleněných vláken. K, počet odrazů světelného paprsku ve vláknu souvisí s délkou L a průměrem jádra d.

$$K = \frac{L}{d} \sqrt{\frac{n_2^2}{n_1^2} - 1} \quad (5)$$

Světlo se ze světelného zdroje se šíří vláknem všemi směry formou vyzařující energie. Zářivý tok je veličina, která vyjadřuje množství této formy energie procházející ploškou za jednotku času. Udává výkon světla ve wattech. Dále můžeme definovat světelnou účinnost, která se spočítá jako podíl světelného toku ϕ a vyzařující energie ϕ_e . [1]

$$K = \phi / \phi_e \quad (6)$$

2.3 Měření světelné intenzity

Světelnou intenzitu můžeme měřit v ohybu vlákna či v napřímeném stavu. V tomto případě postačí napřímený stav z důvodu LK zašitých do oděvu. Světelná intenzita SEPOF se měří pomocí senzoru, který snímá světlo uvnitř zařízení na principu fotodiody. Měří se na přístroji POFIN2, který měří intenzitu v napřímeném stavu a byl vyvinut a sestaven na TUL. POFIN2 je poloautomatický. Do přístroje pro samotné měření se musí LK navést ručně, ten je následně odtahován krokovým motorem skrz válečky a vyhodnocení probíhá přes připojený software. Měření probíhá ve světlo-nepropustné komoře se senzorem, který vyhodnocuje data v jednotlivých místech měřeného vlákna v závislosti na posunu krokového motoru.

Měření jednotlivých požadovaných vláken vyžaduje pečlivou úpravu čelní strany vlákna kolmým seříznutím. Vláknem se upraví do požadované délky ostrým nástrojem. Při použití nůžek dochází u větších průměrů vláken k deformaci čelní plochy a vlákno je dále nepoužitelné. Pro vlákna „Grace-standard“ a „Hypoff“ se používá předem připravená dutinka ze stejného materiálu, do které je vlákno navedeno. Dále následuje leštění a broušení diamantovým práškem. Důvodem je případné neúplné pochycení všech paprsků zdroje světla. Proto se tato úprava příčným řezem provádí před každým měřením.

Seříznuté a upravené vlákno se ručně navede do temné komory, skrz kterou je válečky dovedeno až k LED diodě-zdroji světla. Následně je vlákno uchyceno do kleštiny a nastaveno do osy svitu LED diody. Po zapnutí přístroje a nadefinování základních parametrů (krok motoru a měřená délka vlákna) se začne měřit. Výsledky se vyhodnotí přes software Matlab v připojeném PC.

Výsledkem měření je změřený světelný výkon ve W_{attech}, který je vztažen na plochu senzoru uvnitř temné komory přístroje. Následně je třeba světelný výkon vztáhnout k ploše senzoru a vznikne jednotka intenzita vyzařování [$\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$]. Výstupní data se exportovala do sešitu .csv Microsoft Office Excel pro další úpravy a vyhodnocování. Softwarem se vyhodnotilo též i spektrum světla vyzařovaného z LED diody.[1], [7]



Obr. 3: Přístroj POFIN2 pro měření světelné intenzity SEPOF v napřímeném stavu [7]

„Intenzita byla změřena na POFIN2 pro konkrétní červenou LED diodu a tím se demonstroval fakt, že paspule téměř jakýchkoliv barev nesnižuje intenzitu, sytost ani barevný odstín lineárního kompozitu v souvislosti s LED diodou. Toto měření dokonce dokazuje pravý opak, kdy paspule intenzitu zvýšila. Největší odezvu dle předpokladu měla paspule bílé barvy. Spektrum je definována jako bezrozměrnou fyzikální jednotku, která je měřena pouze jako poměrové číslo světla vůči tmě v daném místě, tzn. v místě umístěného čidla spektrofotometru.“ [7]

Křivky intenzity vyzařování měřené zařízením POFIN 2 v závislosti na vzdálenosti od zdroje světla je možno vyhladit pomocí lineárního regresního modelu *LLF2*. Jedná se o po částech lineární funkci, která se skládá ze dvou lineárních úseků se směrnici a_1 a a_2 a úseky q_1 a q_2 . Tento model je založen na předpokladu, že na krátkých vzdálenostech od zdroje světla jsou nerovnoměrnosti ve stranovém vyzařování vláken díky vlivu apertury a kritického úhlu odrazu, a tedy intenzita vyzařování prudce klesá. Ve druhém úseku je stranové vyzařování rovnoměrné a jeho intenzita klesá velmi pomalu. Lokální směrnice modelu *LLF2* A_1 , A_2 vyjadřují citlivost intenzity vyzařování

na vzdálenosti od zdroje a platí $A_1 = a_1$, $A_2 = a_2 - a_1$. Intenzita vyzařování na vstupu do vlákna je označena $P_c(0)=q_1$. Model *LLF2* lze popsat rovnicí (jedná se vlastně o regresní spline s jedním uzlovým bodem)

$$LLF2 = P_c(0) + A_1 L + A_2 (L - L_c)_+ = P_c(0) + a_1 L + (a_2 - a_1)(L - L_c)_+ \quad (7)$$

Zde funkce $(x)_+ = 0$ když x je negativní a $(x)_+ = x$, když x je pozitivní. L_c je vzdálenost průsečíku obou úseků od zdroje světla. Sumární specifickou intenzitu vyzařování na délce l je možno vyjádřit jako podíl určitého integrálu *LLF2* v intervalu $\langle 0; l \rangle$ a délky l , což lze popsat vztahem

$$\int_0^l LLF2(l) dl / l = P_c(0) + a_2 \frac{l}{2} - a_2 L_c + a_1 L_c \quad (8)$$

Specifická intenzita vyzařování je funkcí intenzity vyzařování na vstupu do vlákna $P_c(0)$, která závisí na výkonu světelného zdroje, na kvalitě navedení konce vlákna ke zdroji (LED), na průměru a složení i struktuře SEPOF, na materiálu, struktuře a barvě textilního obalu. Je zřejmé, že vyšší výkon zdroje a větší průměr vlákna vede k vyšší hodnotě intenzity vyzařování. [7]

3 Druhy optických vláken (jednovídná, mnohovádná)

Optická vlákna se dělí do dvou velkých skupin dle toho, jakým způsobem je šířeno světlo uvnitř kompozitu.

- Jednovídná optická vlákna

Jednovídná vlákna vedou světlo pouze přímou cestou. Jejich praktické užití je v telekomunikacích, jelikož správnou funkci zajišťuje co nejtenčí jádro vlákna a tok je v něm nejrychlejší. Tato vlákna mají i nízké ztráty přenášeného světelného výkonu. Nevýhodou je vodivost pouze a právě jednoho světelného paprsku z důvodu jejich průměru, který se pohybuje od 9 do 125 μm . Tudíž tato vlákna nejsou vhodná pro

využití světelného toku. Stála pouze za zmínku, že existuje více typů optických vláken s širokou škálou využití.

- Mnohovidová optická vlákna

Tento typ vláken vede světelný tok skokově. Jednotlivé paprsky vstupují do vlákna pod různými úhly a pod nimi se i dále vláknem šíří. Tato vlastnost se využívá především na krátké vzdálenosti právě kvůli rozptylu světelných paprsků a tudíž vyšší intenzitou svítivosti. Pro mnohovidová vlákna je typické větší jádro, to napomáhá ještě více zvýšit intenzitu svitu. Výhodou by měla být i jejich pořizovací cena, která je daleko nižší, než u jednovidových vláken. Pomezí hranici mezi mnohovidovým a jednovidovým vláknem určuje strukturální parametr V [1]

$$V = \frac{2\pi\rho}{\lambda} \sqrt{(n_a^2 - n_2^2)} \quad (9)$$

Parametr λ zde zastupuje vlnovou délku světla šířeného skrz vlákno. Hodnota typická pro polymethylmetakrylátové jádro je okolo 650 nm a 850 a 1310 nm pro perfluorované jádro. Pro větší hodnoty V se počet vidů vyjadřuje vztahem

$$N = V^2/2 \quad (10)$$

Pro typická polymerní vlákna je počet vidů roven v řádech od 10^4 do 10^6 . Jeden vid odpovídá jednomu řešení Maxwellových rovnic. [1]

3.1 Technické možnosti zhotovení obalu vlákna

Optické vlákno je náchylné na přetrh, mechanické poškození a lámavost. Proto se chrání textilním obalem tkaným, splétaným či pleteným. Obal zvyšuje vláknu odolnost vůči UV, zvyšuje světelnou intenzitu vyzařování, chrání vlákno před mechanickým poškozením a umožňuje aplikaci optického vlákna do oděvu.

Splétání

Splétání se provádí na splétacích strojích diagonálním propletením několika nití. Splétání probíhá se sudým počtem nití, kdy výsledkem je vzniklá "šňůra" či lichým počtem, kdy vzniká prýmek. Při splétání dochází k vzájemnému provázání nití a díky tomu vzniká požadovaný vzor na výrobku.

Oplétání

Oplétáním vzniká podobný výrobek jako u splétání s tím rozdílem, že jádro je tvořeno jiným materiálem. Jádro má tedy hlavní nosnou funkci a oplet má pak ochrannou funkci jádra.

Tkaní

Tkané obaly mají stejnou funkci jako pletené, jen se liší technologickou výrobou, která se nazývá tkaní. [8]

3.2 Uplatnění lineárního kompozitu na trhu

Technologie optických vláken sahá do 20. století, kde se uplatňovala při výrobě či se implementovala do budoucích výrobků. Zde je stručně popsáno aktuální užití vláken.

- **Zdravotnictví**

Ve zdravotnictví je nejznámější využití tzv. fibroskopie, ta se využívá již od roku 1954. Pro poškozené žíly a problémy s nimi se využívá léčba laserem - ELVT, kde je vlákno zavedeno do žíly a při vytahování z ní je laserem žíla znovu uzavírána. Podrobnější popis užití ve zdravotnictví viz kapitola 1 Historie optických vláken.

- **Architektura a stavebnictví**



Obr. 4: Prototyp průsvitného betonu se SEPOF[9]

V dnešní moderní době se funkce opticky vyzařujících vláken využívá například jako osvětlení veřejných prostor či jako nouzové osvětlení. Dále se přisvětlují bytové doplňky, jako jsou záclony, ložní soupravy, postele, vánoční dekorace či osvětlení šatních skříní a úložných prostor. Energeticky toto osvětlení není náročné a pro běžnou orientaci či dekoraci funkce vlákna postačí. Ve stavebnictví se využívá přimíchané

vlákno do betonu, kdy po procesu tvrdnutí se vlákno stává součástí celého betonového elementu. Zde má vlákno využití jako průsvitný kompozit v betonu a tudíž se beton stává částečně průhledným. S tímto využitím přišel Áron Losonczi a nový materiál pojmenoval LiTraCon. [9]

- **Vývoj na FT TUL**

V roce 2009 bylo na Fakultě textilní TUL ve spolupráci s Fakultou Mechatroniky a STAP a.s. započato řešení projektu MPO TIP FR-TI1/242 „Opticky aktivní bezpečnostní textilie“. Bylo navrženo integrovat do bund, bezpečnostních vest, batohů, kabelek apod. lineární kompozit (LK), tj. stranově vyzařující optické vlákno (SEPOF) chráněné textilním obalem se zdrojem světla obsahujícím LED s řídicím obvodem a baterií. Textilní obal zvyšuje a zrovnoměrňuje intenzitu vyzařování (zejména při použití reflexních barev na vláknech), chrání SEPOF proti účinkům okolí (hlavně působení UV) a umožňuje jednoduché zapracování do textilie. Ve STAP bylo upraveno strojní zařízení pro tvorbu textilního obalu (tkanina, oplet) na SEPOF. Bylo navrženo a vytvořeno zařízení pro měření intenzity vyzařování LK v závislosti na vzdálenosti od zdroje a zařízení pro testování počtu ohybů LK do porušení. Projekt byl ukončen v roce 2013 řadou prototypů aktivních bezpečnostních textilií a patentem. [10], [11]

V roce 2015 až 2018 byl na Fakultě textilní TUL ve spolupráci se SINTEX a.s., STAP a.s., Aplycon a.s. a Nemocnicí na Pleši řešen projekt TAČR EPSILON TH01021163 „Systémy úsporného liniového osvětlu“. V rámci projektu bylo navrženo a vytvořeno použití LK pro nouzové osvětlení chodeb, dveří, postelí, apod. Byly vytvořeny instalace nouzového osvětlení na chodbách a ozařovně v Nemocnici Na Pleši a v dalších provozovnách.

V současné době (2016 - 2019) je řešen ve spolupráci Fakulty textilní TUL, SINTEX a.s. a INOTEX a.s. projekt MPO FV10356 „Hybridní bezpečnostní prostředky“. Cílem je aplikace LK do oděvů se současným použitím retroreflexních a fosforescenčních zátěrů. Retroreflexní zátěry splňují požadavky současných norem a fosforescenční zátěry prodlužují dobu svícení oděvů.

V současné době je STAP a.s. dodavatelem lineárních kompozitů, tj. paspulí různých barev se SEPOF o průměru 2 až 6 mm. Scilif a.s. je dodavatelem světelných zdrojů, včetně baterií. Applycon a.s. je dodavatelem LK se zdroji světla napájenými ze sítě určenými pro nouzové osvětlení. [10], [11]

- **Móda**

Další použití využila doktorandka Zuzana Hrubošová 14. 1. 2019, která vytvořila novou dámskou kolekci z přírodních materiálů, jako jsou bavlna, len a konopí v kombinaci s optickými vlákny. Hlavní motiv určila kořeny vodního hyacintu. Hyacint je tak jako další materiály plně recyklovatelný. Zkombinovala tak přírodní a smart oděv dohromady. [12]



Obr. 5: 100% Ekologické materiály se SEPOF [12]

Naposledním využitím od zmiňované doktorandy je umístění kompozitu do běžně nositelného oděvu. Tento oděv zvyšuje bezpečnost uživatele při pohybu na komunikaci a zároveň poutá pozornost kolemjdoucích svoji výjimečností a atypičností. Tato kolekce byla představena ve Vancouveru v roce 2015. [13]



Obr. 6: LK v oděvu pro denní nošení [13]

3.3 Porovnání aktivních a pasivních bezpečnostních prvků

V současné době se ke zvýšení viditelnosti používají pasivní retroreflexivní (reflexní) bezpečnostní prvky, které jsou často součástí oděvu i bot. Tyto prvky lze využít také jako samostatné pásy nebo nažehlovací a nalepovací prvky, které je možno umístit jak na oblečení, tak i na příslušenství (batohy, kabelky, kola, kočárky, invalidní vozíky, atd.). Tyto retroreflexní textilie zviditelní osoby či předměty jen při přímém osvětlu na omezenou vzdálenost. Pokud nedojde k přímému osvětlu, jsou tyto materiály nefunkční, např. osoba jdoucí po okraji vozovky v zatáčce není vidět.

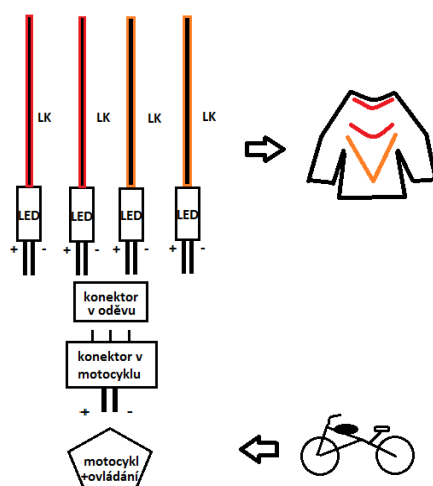
Další možností je využití bodových zdrojů světelného záření (LED) integrovaných do textilií, které patří do skupiny aktivních bezpečnostních textilií. Pro zajištění jejich funkce je nezbytné napájení, a také dobíjení. Výhodou je, že vyzařování nezávisí na podmínkách osvětlu a tyto zdroje fungují i za tmy. Nevýhodou je ohřev LED, citlivost systému napájení pole LED např. na mechanické namáhání, působení vlhkosti a UV záření, a také špatná interpretace rozměrů objektu. LED jako přímé zdroje světla mohou také způsobit oslnění ostatních účastníků silničního provozu.

Využití liniových zdrojů světla, tj. LK se systémem osvětlení patří také do skupiny aktivních bezpečnostních textilií. Použití systémů napájení s baterií časově

omezuje jejich působení od několika hodin (obvykle více než 4 za kontinuálního osvitu) až po několik dní. Je nezbytné zajistit vhodné dobíjení. Výhodou je použití napájení přímo z kola, motocyklu apod. Reálná viditelnost objektu za tmy je do 1500 m. Výhodou je, že vyzařování nezávisí na podmínkách osvitu a funguje bez přítomnosti externího zdroje světla. Při jejich zabudování do textilie dochází k jejich přirozené ochraně proti vlivům okolí (UV záření), eliminuje se oslnění ostatních účastníků silničního provozu a lze použít reflexních barviv pro zvýraznění emise světla a jednoduché docílení barevných efektů. [11] LK lze ošetřovat standardními postupy dle předepsaných ošetřovacích symbolů. Hlavní výhodou je přímé zobrazení obrysu objektu a snížení možnosti špatné interpretace jeho rozměru. Využití LK sahá od oděvních textilií, přes bezpečnostní osvětlovací systémy (obrys aut, identifikace otevřených dveří u aut ve tmě, omezení na silnicích) až po vymezení hranic (parkoviště, překážky, konce koberců, schody atd.) [7], [11] Na základě telefonního rozhovoru s Institutem pro testování a certifikaci, a.s. a TZUS neexistuje dosud žádné právní ustanovení, který by LK na silniční komunikaci zakazoval, nicméně ani povoloval.

4 Vlastní návrh oděvu

Do motocyklové bundy jsem umístil bezpečnostní systém, který zvýší především viditelnost řidiče v silničním provozu. Systém se skládá z LK, plastového krytu s řídícím obvodem a LED, vodiče elektrického napětí a konektoru, kterým se připojí oděv k motocyklu. Tento systém je schematicky znázorněn v náčrtu viz obr. 7



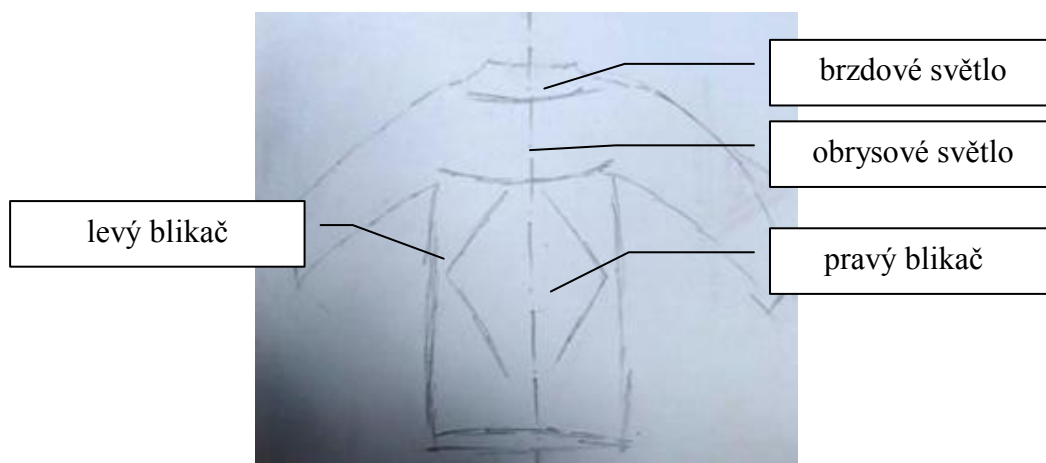
Obr. 7: Schematicky znázorněný bezpečnostní systém implementovaný do oděvu

Rozvržení a umístění vláken

V této kapitole je popsáno samotné zhotovení výrobku. Konkrétní oděv měl převážně ideální umístění švů již z výroby pro instalaci paspulí i s optickými vlákny. Švy vznikly designovým přeplátováním několika vrstev přes základní černou vrstvu bundy. Tam, kde tvar vrstvy nesplňoval technologické a funkční podmínky pro 100% účinnost vlákna, byla vrstva odpárána. Místo této vrstvy se udělala nová, vyhovující a ta byla po celé délce přišita na původní místo i s LK.

Umístění veškerých LK bylo voleno tak, aby jejich pracovní plocha byla co nejdelší a zaručila co nejbezpečnější viditelnost řidiče. Za plochu byla zvolena zadní část oděvu jakožto největší možné místo sedícího člověka na motocyklu. Směrové kompozity byly umístěny co nejdále symetricky na obou stranách od vertikální osy těla. Tím se podařilo zároveň docílit linearitu a téměř nulové ztráty světelné intenzity vlivem možných radiusů. Délka použitých LK imitujících směrová světla byla 45 cm pro konkrétní prototyp.

Lineární kompozit imitující funkci brzdového světla byl umístěn ve svrchní vrstvě oděvu podél vodorovné osy ve tvaru velkého poloměru kvůli ohybu. Opět i zde bylo zachováno největší užité plochy svitu pro co největší světelný efekt. Horizontální osa byla zvolena z důvodu dobré viditelnosti z jakéhokoliv zorného úhlu protijedoucích vozidel. Tento fakt byl umocněn i vyšší intenzitou vyzařovaného kompozitu, která byla docílena menší změnou elektrosoučástek ve zdroji LED diody.



Obr. 8: Náčrt umístění LK v bundě



Obr. 9: Výsledná podoba bundy pro motocyklistu s LK

V prvotním náčrtu bylo umístění LK idealistické. Tvar vláken simulující blikáče měl být charakteristicky ohnut do tvaru šipky ve směru, kam by motocyklista odbočoval. Tento návrh jsem neshledal reálným kvůli konstrukci testované bundy. Švy oděvu neumožňovaly zašít paspuli do požadovaného tvaru bez jakéhokoliv nadbytečného zásahu do stříhu oděvu.

Obrysové světlo bylo umístěno do zvýšeného límce bundy. Rozpětí mezi obrysovými světly na motocyklu a v oděvu přesahuje délku 1 metru. Účelem umístění do tak vysoké části bundy bylo docílit co nejvyššího svítícího předmětu na motocyklu a zvýšit tím větší bezpečnost uživatele oděvu.

Veškerá elektroinstalace byla umístěna tak, aby nebyla vizuálně narušena komplexnost oděvu a zároveň neomezovala pohyb a flexibilitu řidiče při jízdě. Též byla dodržena původní funkčnost oděvu. Paspule byly zašity externí firmou (švadlena) do již existujících švů. Konkrétní typ bundy neměl švy podlepené, tudíž nebyla nutnost švy podlepovat i po instalaci LK.



Obr. 10: Vnitřní detail uschování spirálového kabelu s konektorem uvnitř oděvu



Obr. 11: Druhá část konektoru připojená v motocyklu pod sedačkou řidiče

Umístění všech pěti vodičů a následné napojení na spirálový kabel bylo uschováno do všitého tunelu z plošné textilie podobných vlastností, jako je samotná bunda. Zároveň slouží jako uchycení 20cm spirálového kabelu, který po svém natažení dosahuje délky přes 60cm. To umožní motocyklistovi flexibilitu při řízení a při neodpojení konektoru po jízdě slouží jako bezpečná pojistka pro upozornění řidiče před totální destrukcí celého bezpečnostního systému.

4.1 Typy a barvy použitých LK v motocyklovém oděvu

Na použití byly vybrány 4 kusy vlákna od konkrétního výrobce ZDEA, které byly měřeny na pánskou postavu konfekční velikosti XXL. Na bundě mohlo vzniknout při pohybu vertikální pnutí. Tento problém byl vyřešen o cca 1 cm delší paspulí okolo vlákna, než-li je samotné optické vlákno dlouhé. Použité barvy obalu byly zvoleny reflexní oranžová a červená od firmy STAP a.s. Pro LK představující obrysové světlo dopravního prostředku byla použita červená LED dioda se sníženou intenzitou svítivosti pomocí předřadného odporu. V kombinaci s reflexní oranžovou paspulí vytváří intenzivnější efekt červené než při použití červené paspule, která vytváří spíše dojem růžové barvy. Tento LK bude svítit spolu s obrysovémi světly motocyklu po celou dobu jízdy. LK imitující brzdové světlo má červenou paspulí, avšak červená LED dioda má vyšší výkon kvůli požadavku na zvýšenou svítivost, jako tomu je v reálné silniční situaci, kdy brzdové světlo svítí s výkonnější žárovkou. Brzdové světlo má i na dopravním prostředku vyšší intenzitu a tudíž tuto vlastnost musí splňovat i LK imitující tento druh světla. LK představující směrovou funkci bylo osazeno červenou LED diodou s reflexním oranžovým obalem. LED bude emitovat přerušované světlo na frekvenci, kterou udává přerušovač blinkrů v motocyklu. V reálné situaci by zaktivování jednotlivých světel bylo závislé na spuštění příslušného spínače na motocyklu.

- **Viditelnost LK v závislosti na stylu řízení motocyklu**



Obr. 12: Základní typy posedů motocyklistů (chopper, enduro, silniční motocykl)

Se stylem jízdy souvisí i řízení různých typů motocyklů. Na různých motocyklech svírá řidič s motorkou jiný úhel náklonu a tím zmenšuje či zvětšuje viditelnou plochu své zadové plochy, kde by byl bezpečnostní systém implementován.

Například na motocyklu typu chopper je sezení spíše podsadité a řidič má většinou "kulatá záda". Aplikace LK do takovýchto bund pro tento styl jízdy by znamenala určité vizuální zmenšení aplikační plochy (zádová strana oděvu). Řidič by ve výsledku představoval menší osvětlený subjekt než s napřímenými zády.

Řízení motocyklu typu enduro poskytuje řidiči napřímené sezení a pro implementaci LK ideální plochu. LK bude vidět v celé své délce bez zbytečných ohybů a poskytne řidiči jeho maximální viditelnost.

Nešťastnou volbou pro využití LK je implementace pro silniční motocykly. Řidič při jízdě sedí příkrčeně k motocyklu a úhel mezi motocyklem a řidičem je minimální. Tím se snižuje vizuálně i zadní plocha oděvu pro aplikaci LK.

4.2 Firma STAP

Firma Stap patří v současné mezi největší evropské výrobce elastických, neelastických stuhařských výrobků a zdrhovadel. V období 20. a 30. let 19. století se postupně z malých soukromých dílen začaly vytvářet velké firmy. Základní sortiment byl tvořen tradičními prvky lidové kultury, zejména žakárskými stuhami. Postupně se sortiment rozšiřoval s novými požadavky zákazníků. Dnes Stap vyrábí na moderních stavech značky Jakob Müller ve Vilémově a ve Velkém Šenově.

Akciová společnost STAP je podle norem řady ISO 9001, ISO 14001 a ISO 50001 certifikovanou společností CQS. V systému je uplatněn procesní přístup, který je jedním ze základních principů zmiňovaných norem.

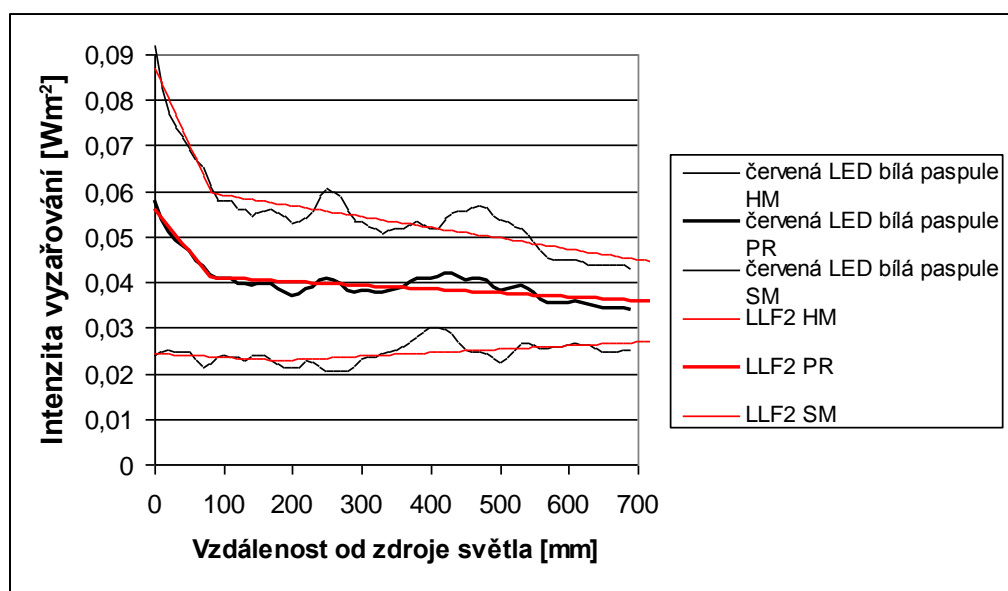
Mezi klienty STAPu patří zejména firmy v automotive, elektrotechnickém, stavením, oděvním, obuvnickém a zdravotnickém odvětví. Firma je jedna z posledních firem v Evropě, která vyrábí klasické žakárové stuhy určené zejména pro lidové kroje. Výrobky jsou zasílány nejen do EU, ale i do USA, jižní Ameriky, Japonska a Ruska.
[14]

Na základě těchto úspěchů firmy STAP a na její jedinečnosti v postavení na trhu byla firma vybrána jako vhodný dodavatel stuh-tkaných obalů. Paspule jsou nosnou částí SEPOF a díky nim je schopné vlákno implementovat do oděvu či jiného výrobku. Pro naše využití byla zhotovena paspule pro vlákno průměru 3mm v barvách červené a reflexní oranžové.

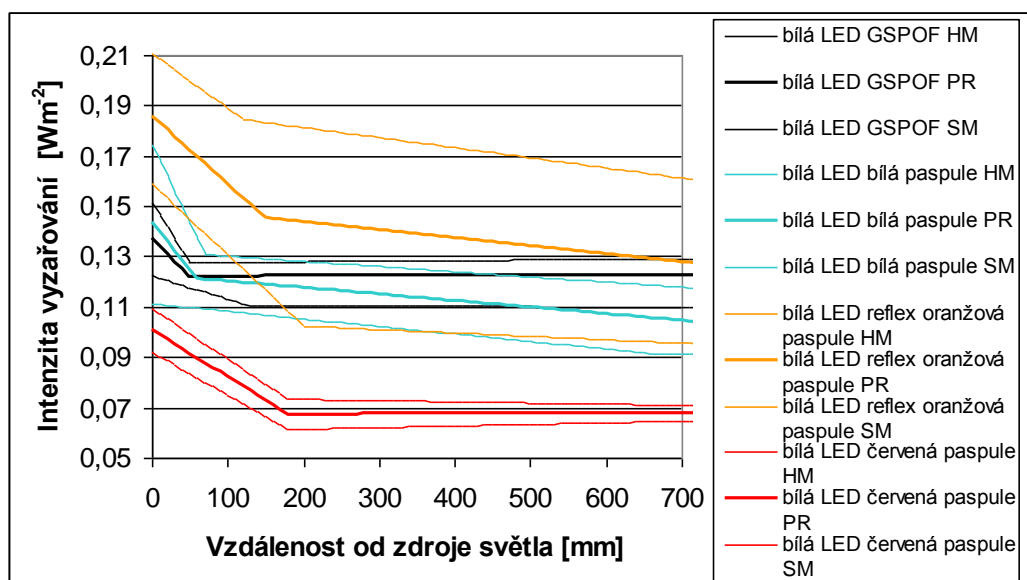
5 Měření světelné intenzity a spektra LED

Na přístroji POFIN 2 byla dle IN 21-601-01/02 [2] testována intenzita vyzařování SEPOF bez textilního obalu a LK s textilním obalem (tканé paspule), které byly vyrobeny z polyesterových vláken barvy bílé, reflexní oranžové a červené. Bylo použito SEPOF firmy Grace POF Co. Ltd. (GSPOF 300R) o průměru 3 mm. Byly použity zdroje světla (Lumisafe) s bílou a červenou LED. Měření intenzity vyzařování bylo provedeno do vzdálenosti od zdroje 800 mm. Měření bylo provedeno na pěti různých úsecích. LK červené barvy byl k dispozici pouze v délce 700 mm s napevno připojeným zdrojem Lumisafe s bílou LED. K tomuto LK byl připojen také zdroj s LED červené barvy.

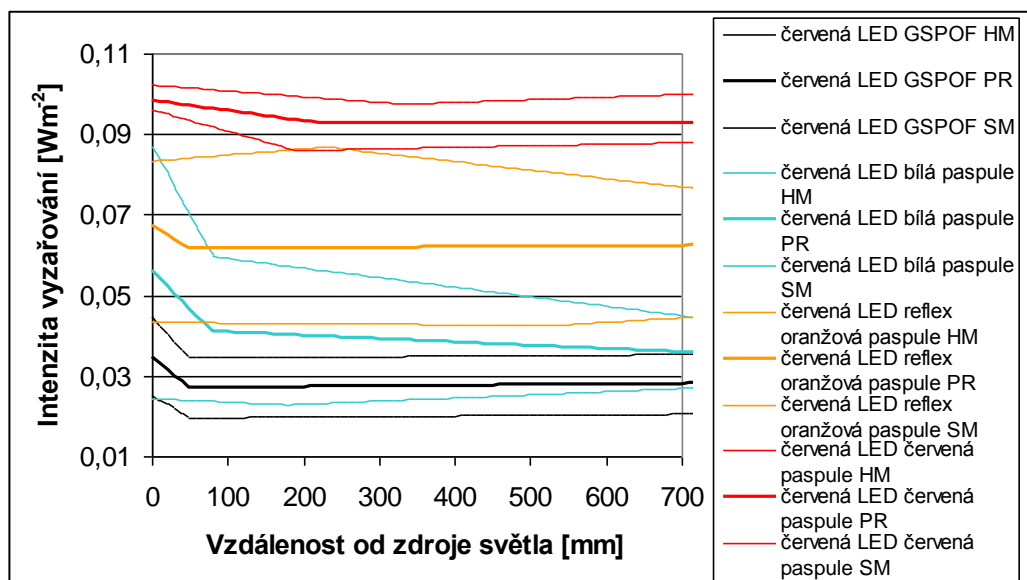
Byly vypočteny průměrné křivky intenzity vyzařování jako funkce vzdálenosti od zdroje a 95% intervaly spolehlivosti jejich středních hodnot. Reálné křivky byly vyhlazeny pomocí lineárního regresního modelu LLF2 viz kapitola 3.3 a byly vypočteny také sumární hodnoty intenzity vyzařování na délce 700 mm a 95% intervaly spolehlivosti jejich středních hodnot (tab.1). Na obr.11 je uvedeno vyhlazení reálných hodnot intenzity vyzařování pomocí LLF2 u LK barvy bílé nasvíceného červenou LED. Další výsledky jsou uvedeny na obr.11 až obr.15. Označení „pr“ znamená aritmetický průměr, „sm“/„hm“ označuje horní/spodní mez 95% intervalu spolehlivosti.



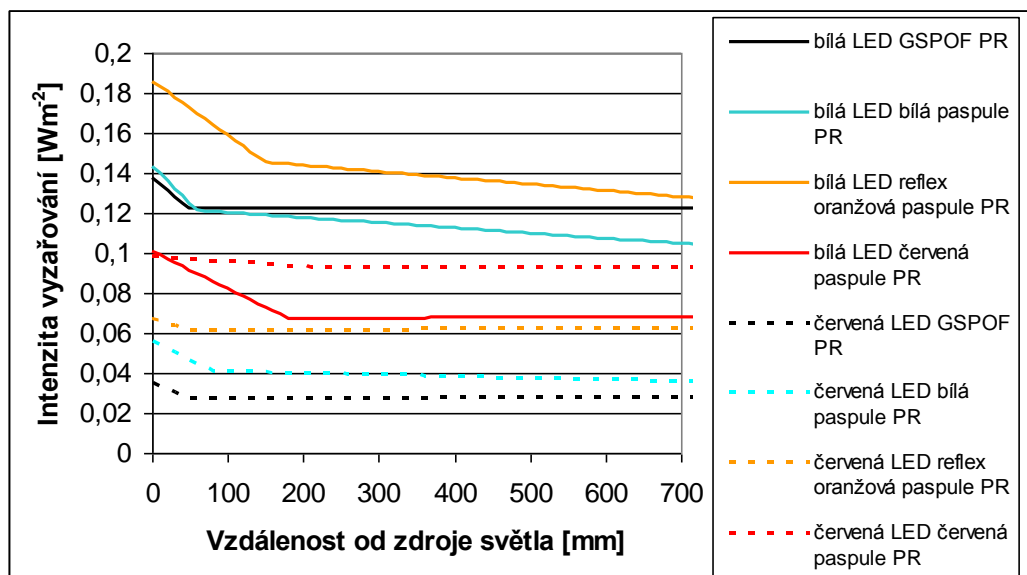
Obr. 13: Příklad vyhlazení reálného průběhu pomocí LLF2



Obr. 14: Vyhlazené průběhy intenzity vyzařování v závislosti na vzdálenosti od zdroje světla – bílá LED



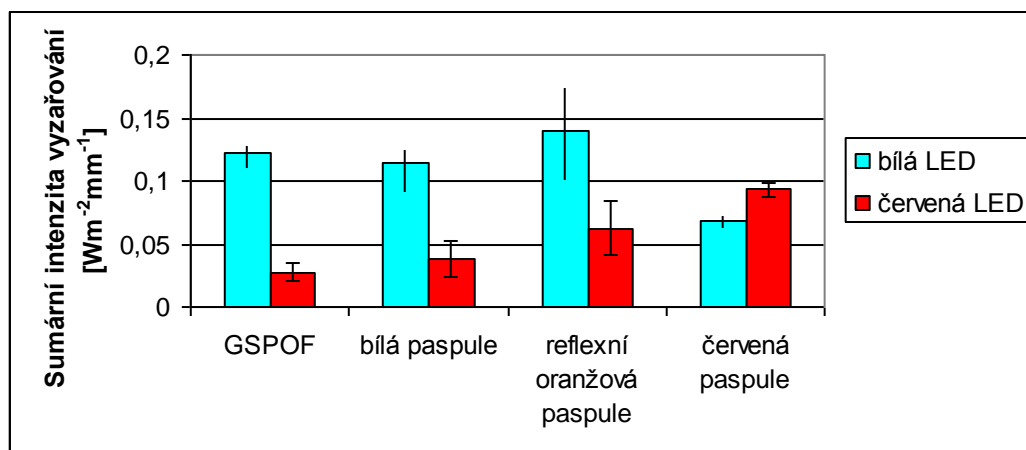
Obr. 15: Vyhlazené průběhy intenzity vyzařování v závislosti na vzdálenosti od zdroje světla – červená LED



Obr. 16: Porovnání průměrných hodnot intenzity vyzařování s použitím bílé a červené LED

Tabulka 1: Průměrné hodnoty sumární intenzity vyzařování [$\text{Wm}^{-2}\text{mm}^{-1}$] na délce 700 mm a 95% intervaly spolehlivosti středních hodnot

SEPOF / barva paspule / typ LED	bílá LED			červená LED		
	průměr	sm	hm	pr	sm	hm
SEPOF	0,122	0,110	0,128	0,028	0,020	0,035
Bílá	0,114	0,090	0,125	0,039	0,024	0,053
Reflexní oranžová	0,139	0,100	0,175	0,062	0,041	0,084
Červená	0,068	0,063	0,073	0,093	0,087	0,098



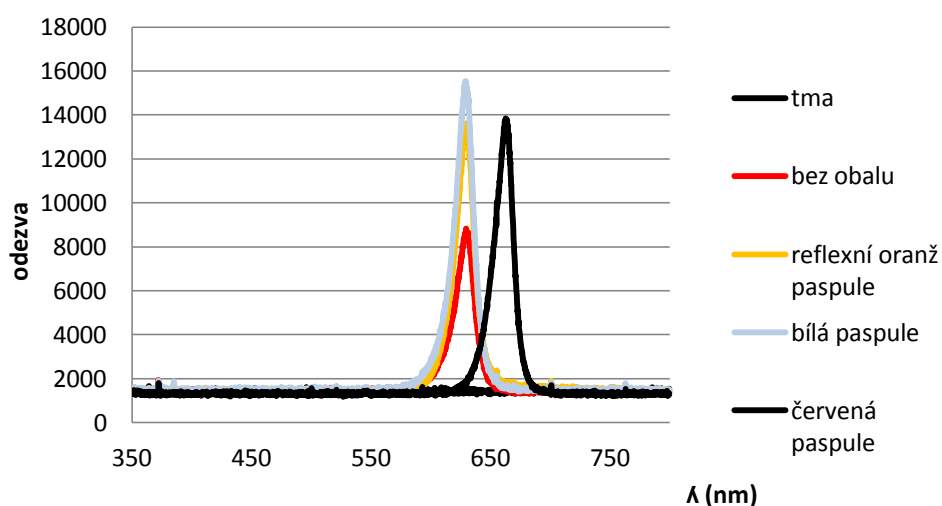
Obr. 17: Porovnání sumární intenzity vyzařování s použitím bílé a červené LED

Při použití bílé i červené LED byla nelezena nejvyšší intenzita vyzařování u LK s textilním obalem (paspulí) reflexní oranžovou, nižší hodnoty byly nalezeny u LK s paspulí bílou a nižší hodnoty byly u samotného LK bez textilního obalu (obr.12 a 13). U zkoumaných vzorků se vyskytuje zvýšená variabilita, takže rozdíly mezi intenzitami vyzařování LK jsou většinou statisticky nevýznamné.

U LK s paspulí barvy červené byla při nasvícení bílou LED intenzita vyzařování nejnižší a tento rozdíl je oproti ostatním LK nasvícených bílou LED, statisticky významný (obr.12). LK s paspulí barvy červené byl nasvícen z jedné strany zdrojem Lumisafe s červenou LED a z druhé strany byl upevněn nerozsvícený zdroj Lumisafe s bílou LED. Pravděpodobně došlo k odrazu procházejících světelných paprsků zpět, neboť intenzita vyzařování byla naopak nejvyšší (obr.13).

Při porovnání nasvícení bílou a červenou LED u samotných LK a LK bílé a reflexní oranžové barvy byly nalezeny statisticky významně nižší hodnoty u nasvícení červenou LED viz obr.14 a 15.

Na základě testování a s ohledem na odstín barvy byly pro návrh prototypu motocyklové bundy vybrány LK s paspulí barvy reflexní oranžová (směrová světla) a červená (obrysová a brzdová světla) nasvícené červenou LED.



Obr. 18: Spektrum LK s textilními obaly různých barev - SEPOF nasvícené červenou LED

Na obr. č.18 je vidět, že jednotlivé křivky nemají počáteční pík. Tento pík má pouze bílá LED, nikoliv červená LED. Bílá LED simuluje denní světlo a má 2 píky, podobné spektrum lze nalézt u SEPOF v bílé paspuli. Pokud se použije fluorescenční barva obalu, nevyskytuje se pík v oblasti cca 400 nm a dochází k vyššímu vyzáření.

5.1 Efektivní vzdálenost viditelnosti oděvu v praxi

Z již předchozích studií o SEPOF/LK je známo, že jejich viditelnost se hodnotila na stovky metrů. Tento konkrétní experiment se nafotil na základě reálných situací v běžném silničním provozu, které mohou nastat. Rozestupy jednotlivých vozidel v průměrné hustotě provozu jsou do 50m. Tudíž byla subjektivně zvolena vzdálenost 20m za stěžeň a v ní proběhlo zdokumentování fungujícího oděvu. V práci docenta Havelky měří viditelnou vzdálenost cyklistické bundy od 50m do 400m. [15]



Obr. 19: Bezpečnostní systém v oděvu ve vzdálenosti 20m od objektivu fotoaparátu

5.2 Měření potřebné síly k rozpojení konektoru

Trhací přístroj TIRA test 2300 slouží k měření tahového napětí materiálů. Byl naměřen průběh tahového namáhání konektoru až do bodu přetrhu, tzn. maximální síly, která byla potřebná k přetržení vzorku. Tato zkouška se řadí mezi zkoušky destruktivní, kdy po měření vzorku není možné vzorek dostat do původního stavu.

Konkrétní využití bylo při měření síly, která byla potřebná k rozpojení zámkového 5-ti pinového konektoru s 5-ti žilným kabelem pro přenos napětí ze zdroje do LK. Měření bylo zvoleno z důvodu bezpečnosti řidiče motocyklu. Hlavní důvodem zkoušení bylo, zda se konektor při nehodě brzkně a bezpečně odepne a nepřitíží řidiči horší situaci.

Samotný průběh zkoušky byl testován na 5 párech připojených konektorů stejného typu pro dva různé směry měření. Pro zprůměrování a zobecnění působících sil ve všech možných směrech za běžných podmínek provozu byl zvolen svislý směr (90°) a směr působící síly pod úhlem 45° . Tohoto úhlu bylo docíleno redukcí s volitelným úhlem úchopu zkoušeného vzorku. Krok, se kterým bylo měřeno, byl co nejpodobnější reálné situaci a to 2 mm/min. Měření nebylo měřeno dle normy ale pouze orientační.

Tabulka 2: Trhací zkouška pod úhlem pracovním úhlem 90° - svislý tah

Číslo měření	F_{\max} [N]	S_{\max} [mm]	E_t [MPa]	A_{\max} [%]
1	16.82	11.24	20.36	5.62
2	19.21	20.10	17.58	12.56
3	39.30	27.62	20.14	17.26
4	37.75	29.48	1.10	18.43
5	8.16	11.15	9.71	6.97
\bar{x} průměr F_{\max}	24.5 N			
s odchylka F_{\max}	13.68 N			
ν koeficient F_{\max}	55.84			
95% IS F_{\max}	<7.49 N ; 41.5 N>			

Tabulka 3: Trhací zkouška pod pracovním úhlem 45°

Číslo měření	F_{\max} [N]	S_{\max} [mm]	E_t [MPa]	A_{\max} [%]
1	34.74	1.34	133.53	0.84
2	31.61	0.96	184.38	0.60
3	24.75	1.11	355.58	0.69
4	28.16	0.81	244.69	0.51
5	30.20	2.50	73.56	1.56
\bar{x} průměr F_{\max}	26.892 N			
s odchylka F_{\max}	5.02 N			
v koeficient F_{\max}	18.67			
95% IS F_{\max}	<20.65 N; 33.13 N>			

Naměřené hodnoty byly zaznamenány do tabulek č. 2 a 3. Důležitá byla především průměrná síla. Hodnoty se velmi liší, ale rozdíly v porovnání s teoreticky spočítaným předpokladem viz kapitola 6.3 jsou statisticky nevýznamné. Řádově se výsledek pohyboval v desítkách Newtonů kromě jednoho měření. Tento výsledek byl způsoben pravděpodobně chybně zhotoveným konektorem.

**Obr. 20:** Konektor napájení mezi motocyklem a oděvem

Při jakékoliv dopravní nehodě či pádu jezdce motocyklu působí řádově vyšší síly viz níže v rovnici č.15. Tímto byla vyvrácena otázka bezpečnosti užití "pevného" propojení napájecího zdroje textilního oděvu a motocyklu pomocí konektoru.

5.3 Výpočet potřebné síly k rozpojení konektoru

Na základě 3. Newtonova zákona byla vypočtena teoretická síla, která by působila na kabelové propojení oděvu s motocyklem při nehodě. Tento zákon byl zvolen subjektivně jako nejvhodnější způsob, který by dokázal vystihnout sílu působící na konektor při nehodě. Pro co nejužitečnější výsledek byly stanoveny dvě situace nehody. První metoda počítá se změnou pohybující se soustavy (motocykl a řidič) z původní rychlosti $v_1 = 90 \text{ km/h}$ na rychlost $v_2 = 0 \text{ km/h}$. Tyto hodnoty představují nabourání motocyklu do stojícího předmětu, kdy výsledná rychlost je nulová, tudíž motocykl ani řidič dál po nárazu nepokračují v jízdě. Rychlost v_1 byla stanovena na základě maximální povolené rychlosti vozidel na rychlostních silnicích a to 90km/hod. Druhá metoda výpočtu počítá s rychlostí $v_1 = 50 \text{ km/h}$, která se změní na rychlost $v_2 = 0 \text{ km/hod}$ ze stejné příčiny viz metoda první. Zde rychlost v_1 představuje maximální dovolenou rychlost vozidel v obci a to 50km/hod.

Dle rovnice (11) třetího Newtonova zákona [16] je dána konkrétní hmotnost řidiče $m_2 = 90 \text{ kg}$, tření mezi řidičem a motocyklem $f_2 = 0,1$, hmotnost motocyklu $m_1 = 200 \text{ kg}$, tření mezi pneumatikou a suchým asfaltem $f_1 = 0,55$. [17]

$$F = -F_1 \quad (11)$$

Touto rovnicí je myšlena síla F (akce) působící soustavy (řidič a motocykl), kterou by soustava narazila čelně do stojící překážky a uvedla by soustavu do klidu ($v_2 = 0 \text{ km/h}$). Reakcí k síle F je síla $-F_1$. Tato síla $-F_1$ vyvolala reakci na kabel a konektorové spojení za předpokladu, že řidič sám pokračoval stálou rychlostí jako před nárazem a překážka simulující nehodu uvedla motocykl do rychlosti v_2 .

Dle 2. Newtonova zákona (12) byla zjištěna síla nárazu soustavy těles do stojící překážky. Tato síla F je zmiňovanou akcí [18] a za výše definovaných veličin v prvním případě, kdy je $v_1 = 90 \text{ km/h}$ je $F = 7250 \text{ N}$. Ve druhém případě je rychlost $v_1 = 50 \text{ km/h}$ a síla $F = 5220 \text{ N}$

$$F_T = m \cdot a \quad (12)$$

Na zmiňovanou rovnici bylo navázáno soustava dvou rovnic (13) popisující působící síly na soustavu těles, kde síla F_T představuje požadovanou sílu na kabelu s konektorem

$$F_T - m_2 g f_2 = m_2 a \quad (13)$$

$$F - F_T - m_1 g f_1 = m_1 a$$

Tyto dvě rovnice byly upraveny dle předchozích znalostí a vznikla následná soustava rovnic (14)

$$m_2(a + g f_2) = F - m_1(a + g f_1) \quad (14)$$

$$(m_1 + m_2)a = F - g(m_1 f_1 + m_2 f_2)$$

Z této soustavy rovnic byla vyjádřena síla F_T za předpokladu, že je síla v konektoru rovna tvrzení $F_T = m_2(a + g f_2)$. Níže v rovnici (15) je vyjádřen výsledný stav

$$F_T = \frac{m_2}{m_1 + m_2} F + g \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} (f_2 - f_1) \quad (15)$$

Dle tohoto vyjádření síly F_T a po dosazení konkrétních veličin byla v prvním případě za rychlosti v_1 síla $F_T = 5274 \text{ N}$ a ve druhém případě při rychlosti v_1 je $F_T = 3874 \text{ N}$. Při porovnání s naměřenými hodnotami v tabulce č.2 a tabulce č.3 se reálná síla F_T za ideálních podmínek pohybuje ve stonásobných hodnotách, než-li je potřeba vyvinout sílu na mechanické rozpojení konektoru. Z toho vyplývá, že užívání konektorového pevného připojení oděvu s motocyklem je bezpečné a řidič by se měl dle těchto výpočtů násilně odpojit od motocyklu.

6 Marketing a ekonomické zhodnocení návrhu oděvu

Definicí pro marketing je celá řada. American marketing association jej definuje [19] *"marketing je činnost, soubor institucí a procesů pro tvorbu, komunikaci, doručení a výměnu nabídek, které přinášejí hodnotu pro zákazníky, klienty, partnery a společnost jako celku"*. Trochu obecněji se může podle Karlíčka definovat marketing jako funkci, která vyvažuje zájmy mezi firmou a zákazníkem. Samotný marketing vznikl teprve minulé století, ale princip jeho fungování je od doby zavedení jakékoliv formy směny. Je též motorem probíhající směny mezi zákazníkem a prodejcem. Pokud tedy probíhá směna, běží zároveň i marketing. Centrem zájmu marketingu je hodnota pro zákazníka, to jest kvalita uspokojení jeho potřeb a tužeb. [20, str.19] Z tohoto důvodu je dobré tento produkt uvést na trh, jelikož produkt nemá zatím žádnou přímou konkurenci a zároveň je o oděv potenciální zájem. Tudíž naplňuje potřebu a přání budoucího zákazníka. Pro to, abychom jako budoucí firma nabízející tento oděv měli na trhu úspěch, je třeba znát odpovědi na důležité otázky: jakou hodnotu má náš výrobek pro zákazníka, kdo je vůbec náš zákazník a jaká je naše konkurence. Patří mezi klíčové strategické marketingové otázky.

Důležité pro firmu je i zisk nových zákazníků, ale důležitější je si stávající zákazníky udržet. Tedy je důležité vybudovat vztah zákazníkovi ke značce, produktu. Náklady na získání nového zákazníka jsou podstatně dražší, než udržení stávajícího. [20, str.19-21] Podle Kotlera mohou být až pětinasobné, podle jiných autorů dokonce až sedminásobné.[20, str.47], [21, str. 193]. To se docílí docílit kvalitou a originalitou oděvu, nabízenými nadstandardními službami pro zákazníka jako je například dostupnost produktu.

6.1 Segmentace trhu

Hlavním cílem produktu je zajištění viditelnosti a tím i bezpečnosti v silničním provozu samotného řidiče motocykl. Osvětlená zadní část oděvu (případně i rukávy) zajistí viditelnost jezdce při normálním počasí, přišelí až tmě, ale také při snížené viditelnosti způsobena mlhou. Tento produkt by mohl být využit také pro horskou záchrannou službu. Řidiči sněžných skútrů či čtyřkolek by rádi uvítali svoji aktivní

viditelnost při výjezdu na svahy či do neosvětleného terénu, kdy se často potýkají s nulovou viditelností a hrozí srážka s lyžařem nebo přijíždějícím pracovníkem druhého vozidla. Nestálé počasí je tedy na horách na denním pořádku. Využití by se týkalo nejen na svazích, ale i na polních cestách či příjezdových silnicích k lyžařským střediskům, kde horská služba zasahuje.

LK mohou plnit mimo jiné i estetickou stránku s ohledem na bezpečnost, např. vsítí LK do školních tašek nebo kočárků pro děti, kteří se pohybují v provozu za tmy. Zde by byla technologie upravena pro bateriové napájení uschované v samotném oděvu a byla by odebrána funkce směrových světel, které nebudou mít v tomto odvětví využití. Na podobných produktech již firma Scilif [22] pracuje a dokonce některé z produktů již prodává. Viditelnost se v tomto ohledu vyrovná reflexním prvkům v oděvu s rozdílem, že s reflexními prvky je předmět viděn pouze v případě, kdy na oděv dopadá světlo od jinud, tzn. jsme vidět pasivně.

První fází při výběru zákazníka je potřeba provést segmentaci trhu, čili rozdělit si rozsáhlý trh na určité menší a vyhovující skupiny podle určitých faktorů, např. věk, pohlaví, vzdělání, způsob života, možnosti využití... Pro výrobek byla vybrána konkrétní cílová skupina. Skupina je zaměřena na muže a ženy ve věku 15 – ∞ let, kteří aktivně nebo pasivně využívají dopravní prostředek – motocykl pro různé účely, jak pro klasické motocyklisty, tak pro řidiče záchranné služby, řidiče čtyřkolek atd. Pro všechny, kteří by chtěli využít výrobek k zlepšení bezpečnostních podmínek při svém povolání, nebo jako volnočasovou aktivitu. Věk této skupiny je tedy omezen řidičským oprávněním skupiny Am (od 15-ti let). Z tohoto pohledu není výrobek zaměřen na freeriderové řidiče, tedy řidiče, kteří nejsou dle zákona účastníky silničního provozu a nejedou po komunikacích I., II. či III. tříd a rychlostních silnicích. Zde budoucí produkt nenachází uplatnění a řidič pro svoji jízdu využívá terénní/cross motocykly, které většinou nemívají bateriový zdroj pro napájení, tudíž nejsou ani osvětleny.

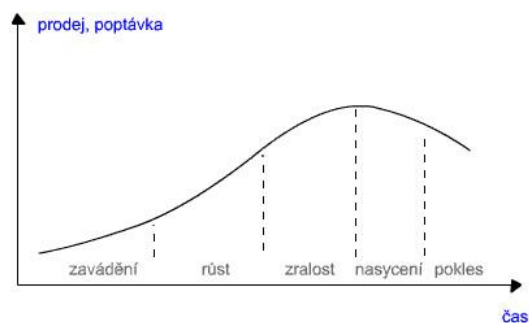
6.2 Životní cyklus produktu

Základem úspěchu na trhu a tím také dosažení větších zisků je udržet daný výrobek na trhu co nejdelší dobu. Životní cyklus výrobku lze popsat do několika fází (zavádění, růst, zralost a pokles).

První fází je zavádění výrobku na trh. V této fázi je důležité dostat do podvědomí náš zcela nový a bezkonkurenční výrobek. Informovat veřejnost o našem vstupu s daným výrobkem na trh. Očekávám rychlé uchycení na trhu, protože, jak již bylo zmíněno, na trhu dosud není podobný výrobek, který by splňoval funkce a také se v dnešní době klade velký důraz na bezpečnost motocyklistů na pozemních komunikacích, proto očekávám velký zájem o koupi mého výrobku. Byla navržena strategie „rychlého sbírání smetany“, - vysoká úvodní cena zároveň s vysokými náklady na propagaci. Tento trend by měl přinést v co nejkratším termínu co největší zisk a pokrýt fixní náklady na výrobu. Stále se ale budu soustředit na "správný" marketing, ten je totiž v každé fázi výrobku nezbytný pro budoucí výši zisků.

V druhé fázi by se očekával prvotní nárůst prodeje vysoký. Jelikož je výrobek na trhu jediný, bude si držet stejnou výši ceny výrobku, případně ji lehce zvýšit, protože na trhu nemá výrobek konkurenci. Dále by se zaměřilo na vylepšení výrobku a na možné nové varianty rozmístění vláken po oděvu. Možnou variantou by bylo přisvětlení přední části oděvu.

Ve třetí fázi jde především o nejdelší průběh tohoto období. Pokud bude výše prodeje stále stoupat, je možné přesunout nebo rozšířit trh do zahraničí nebo se zaměřit na další cílovou skupinu potenciálních zákazníků. Dále je důležité rozšířit využití optických vláken jiným způsobem (např. ochranné prvky na kočárky pro děti).



Obr. 21: Životní cyklus výrobku na trhu [23]

Čtvrtá fáze obvykle udává konec výroby výrobku a přesunutí k něčemu jinému. Tato výroba se ve čtvrté fázi nestáhne nebo nepředá svoji technologii nově vzniklé konkurenci. Znovu se začnou zkoumat a vylepšovat vlastnosti SEPOF k jinému využití, než jen do motocyklistických bund. Využití by našlo i implementování technologie do motocyklových kalhot, které by měly stejnou funkci jako bunda a došlo by k jejich synchronizaci. Zároveň by se mohl vývoj ubírat směrem bezdrátového přenosu signálu mezi jednotlivými prvky.

6.3 Cenová strategie

Z hlediska úkonů v marketingu je cena to jediné, co přináší finanční prostředky do podniku. Když se stanoví cena nového výrobku, musí se zaměřit na několik podnětů, bez kterých by nebylo možné celkový prodej výrobku realizovat. Měl by se udělat odhad jak poptávky, tak nákladů na zhotovení výrobku. Porovnat ji s cenou případné konkurence a také využít metody stanovení ceny výrobku. Jako nejvhodnější metodu stanovení ceny na výrobek by se zvolila metoda stanovení ceny s ohledem na návratnost investic (částečně v podobě zisku).

- **Ukázka kalkulace - Textilní bunda pánská ve velikosti XL**

Cena motocyklové bundy se pohybuje na trhu cirka od 3 000 do 10 000 Kč. Pro konkrétní kalkulaci se použil medián a to 6 000 Kč za oděv. Zbylé náklady na položky jsou tabulky č. 4-8.

Tabulka 4: Cena SEPOF

Optická vlákna na pánskou bundu vel. XL		
	Množství cm	Cena bez DPH
LK - směrová světla (blinkry)	2x47	423,00 Kč
LK - brzdové světlo	1x40	180,00 Kč
LK - denní světlo (obrysově)	1x70	315,00 Kč
Celkem	204	918,00 Kč

Tabulka 5: Cena příslušenství

Příslušenství na pánskou bundu vel. XL		
	Množství	Cena bez DPH
Zdroj světelného toku (LED)	4ks	800,00 Kč
Pracovní ohodnocení hodinové mzdy	2ks	700,00 Kč
Celkem		1500,00 Kč

V tabulce č.5 je znázorněna cena „krabiček“ s veškerou elektronikou, řídicím obvodem a LED diodami v konkrétním počtu 4ks. Dále je zde zahrnuta hodinová mzda švadleny-externí firmy, která by veškeré příslušenství a LK zašila do oděvu. Ceny jsou pouze orientační.

Tabulka 6: Přehled výsledných cen LK a příslušenství

Kalkulace výsledných cen (lineární kompozit s příslušenstvím)	
	Cena bez DPH
LK při ceně 450 Kč / 1m	918 Kč
Zdroje světelného toku	800 Kč
Práce	700 Kč
Celkem	2 418 Kč

Připojení optických vláken lze dvěma způsoby. Nabízelo by se připojení přes kabel, který vede zádivou stranu bundy až do k sedadlu pomocí kabelu. Řidič po nasednutí na motocykl napojí svůj oděv do druhého konektoru umístěného pod

sedačkou motocyklu. Po uvedení stroje do činnosti se osvětlení rozsvítí společně s osvětlením motocyklu. Druhou možností je bezdrátové připojení přes Bluetooth modul určený přímo pro textil a připravený k naprogramování. Tato možnost je sice poněkud dražší, ale v dnešní době je žádanější, modernější a flexibilnější.

Tabulka 7: Cena připojení bezpečnostního systému

4. Připojení optických vláken k motorce (2 varianty)	
	Cena bez DPH
I. kabelové připojení (kabeláž + konektory)	320 Kč
II. bezdrátové připojení (bluetooth modul + instalace + zdroj napětí)	1 400 Kč

V tabulce č. 7 je ukázková kalkulace pánské bundy ve dvou nabízených možnostech: kabelové a bezdrátové. Konkrétní prototyp mého oděvu funguje na principu kabelového připojení. Cenová kalkulace bezdrátového připojení je velmi hrubá představa.

Tabulka 8: Cenová kalkulace

Celková kalkulace pánské bundy	
	Cena bez DPH
LK s příslušenstvím	2 418 Kč
Kabelové připojení	320 Kč
Bezdrátové připojení	1 400 Kč
Čistý zisk	2 700 Kč
Prodloužená záruka produktu (+1 rok navíc)	500 Kč

Celková cena mého výrobku bez samostatného oděvu se pohybuje v cenovém intervalu od **5 438 Kč** do **7 018 Kč**. Každý zákazník by měl možnost si vybrat délku kompozitu, barvu opletu a celkovou vlastní instalaci.

6.4 Distribuční strategie

Pro tento produkt by byla zvolena reklama v podobě videa, které by se umístila na weby určené pro motocyklisty, ať už se jedná o e-shopy s oblečením a doplňky nebo weby se samotnými motocykly. Dále by byl produkt propagován na sociálních stránkách výrobku a prezentoval by se na veletrzích, které se specializují na motorismus, konkrétně tedy na motocyklisty a záchranáře. Návštěvníci by si mohli mimo jiné vyzkoušet, jak bunda s optickými vlákny svítí ve tmě a jak funguje systém propojení s motocyklem. Propagace výrobku by probíhala také v auto salonech, kde by prodejce nabízel tento produkt jako dobrou variantu pro toho, kdo chce být na silnici vidět a nebojí se vylepšených technologií a investice do svého bezpečí.

6.5 Cesta výrobku

LK by se vsíval do nově vznikajících oděvů, tedy při samotné výrobě oděvu či by se vsíval do již existujících oděvů. Z dlouhodobého hlediska by byla varianta první, kdy by se určil jednotný střih oděvu a následně dle střihu se přizpůsobilo umístění LK. Pro získání co největšího počtu zákazníků by se nabízelo oboje řešení. Tím by se pokryla většina požadavků zákazníků a umístění LK by bylo individuální dle potřeb zákazníka. Proto by se nabízely tyto dvě varianty

- 1. varianta: umístění LK do oděvu ve fázi, kdy ještě není výrobek (bunda) zkonstruován, tedy v procesu samotné výroby oděvu.
- 2. varianta: umístování lineárních kompozitů do již vyrobených (používaných) bund, které si zákazník dodá sám. V takovém případě může nastat komplikace s materiálem, ze kterého je bunda vyrobena, viz kožené bundy, kdy není možné zakomponování kompozitu právě kvůli materiálu, zpracování a estetickému důvodu. Přijatelnější je tudíž varianta 2., jelikož je cenově pro zákazníka dostupnější a praktičtější. Zákazník již nějaký oděv může vlastnit a kvůli této technologii by musel zakoupit další, nový oděv tuto technologii obsahující. Po dokončení instalace je výrobek připraven k prodeji.

Závěr

Hlavním cílem bakalářské práce bylo navrhnout nový bezpečnostní prvek pro motocyklistu, který by zvýšil jeho bezpečnost za tmy či špatného počasí. Bezpečnostní prvek byl navržen z lineárního kompozitu implementovaného do bundy. Samotný lineární kompozit je složen ze stranově vyzařujícího vlákna, textilního obalu, LED diody a řídicího obvodu. Připojení celého systému bylo vyřešeno skrz konektor „bunda-motocykl“, tím se vyřešilo napájení i ovládání systému. Veškerá elektroinstalace byla navržena ve spolupráci s firmou SciLif. Bezpečnostní systém představuje světelnou signalizaci v oděvu a svítí paralelně s rozsvíceným motocyklem. Jednotlivé lineární kompozity představují brzdové, obrysové a směrové světlo. Dále byla v práci naměřena světelná intenzita jednotlivých vláken v závislosti na jejich vzdálenosti od zdroje světla. Měřena byla s reflexně oranžovým obalem, červeným obalem, bílým obalem a bez obalu. Do těchto vláken bylo nejprve svíceno bílou LED, následně LED červenou. Na základě testování a s ohledem na odstín barvy byly pro návrh prototypu motocyklové bundy vybrány LK s paspulí barvy reflexní oranžová (směrová světla) a červená (obrysová a brzdová světla) nasvícené červenou LED. Na základě naměřených výsledků byla vybrána konkrétní stranově vyzařující optická vlákna s patřičnými parametry. Pro bezpečné užívání této bundy byla naměřena síla přetrhu v konektorovém spoji pod různými úhly působení. Testování bylo provedeno 5x pod pracovním úhlem 90° a 5x pod pracovním úhlem 45°. Nízký počet opakování byl z důvodu finanční náročnosti, kdy každé měření znamenalo použití nového konektoru. Tyto síly se porovnály s teoretickými silami, které byly vypočteny v situaci, kdy by nastala dopravní nehoda a ty byly stonásobně větší, než kolik byly naměřeny na trhací stoličce. Tím se potvrdilo bezpečné užívání. Dále byla nafocena viditelnost řidiče motocyklu ve vzdálenosti 25m ve tmě, kdy bylo demonstrováno, jak se obrys řidiče díky vláknům zvětšil a tím je zviditelněl. V neposlední řadě byl navržen cenový odhad bezpečnostního systému a jeho varianty a marketing tohoto produktu. Výsledná cena bezpečnostního systému by se mohla pohybovat od 5 438 Kč do 7 018 Kč. Ke konci práce byla nastíněna cesta prodeje tohoto produktu i případná distribuce.

Zdroje

- [1] KŘEMENÁKOVÁ, D., Militký, J., Šesták, J.: *Vláknenné struktury a jejich aplikace. Část II: Optické vlastnosti textilií*. O.P.S. Kanina 2013.
- [2] KŘEMENÁKOVÁ, D., Mishra, R., Militký, J., Mareš, J.J., Šesták, J.: *Selected Properties of Functional Materials. Part II: Optical Properties of Textiles*. O.P.S. Kanina 2013.
- [3] MILITKÝ, J., Křemenáková, D., Šašková, J.: *Optical Attenuation of Linear Composites Containing SEPOF. 18th World Textile Conference AUTEX 2018. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 460 (2018) 012035 IOP Publishing*. 2018
- [4]. *Elektronická učebnice* [on-line]. [vid. 2019-03-07]. Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/2529>
- [5] FUKA, J., Havelka, B.: I. *Optika fyzikální kompendium pro vysoké školy díl IV*. Praha 1961
- [6] *Electronics Word* [on-line]. [vid. 2019-03-07]. Dostupné z: <http://elektroarsenal.net/snell-s-law-and-total-internal-reflection-tir.html>
- [7] KŘEMENÁKOVÁ, D.: *Interní norma č. IN 21-601-01/01-Měření intenzity vyzařování ve vzdálenosti od zdroje světla pro stranově vyzařující optická vlákna, svazky vláken a textilie se zabudovanými optickými vlákny*. Technická univerzita Liberec. Liberec 2018.
- [8] MERYOVÁ, B.: *Textilní struktury z optických vláken*. Bakalářská práce. Liberec. 2010.
- [9] *Asb* [on-line]. [vid. 2019-03-07]. Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/materialy-a-vyrobky/beton/prusvitny-beton-litracon>
- [10] KŘEMENÁKOVÁ, D., Lédl, V., Militký, J., Kopecký, V., Václacík, J.: *Způsob výroby stranově vyzařujících světlovodů, světlovou a opticky aktivní textilie používající tyto světlovody*. Patentový spis č.302 903, 7.12.2011, Věstník 3/2012. Liberec 2011.
- [11] KŘEMENÁKOVÁ, D., Lédl, V., Militký, J., Bůbelová, B., Meryová, B.: *Aktivně vyzařující bezpečnostní prostředek*. Patentový spis č.306 943, 23.8.2017, Věstník 40/2017. Liberec 2017.
- [12] *T-UNI. Hyacint a optická vlákna. Kolekce Zuzany Hrubošové opět na světových molech* [on-line]. [vid. 2019-03-07]. Dostupné z: <http://tuni.tul.cz/rubriky/kultura/id:99065>

- [13] *T-UNI. V Kanadě sklízela úspěchy s pulzující kolekcí* [on-line]. [vid. 2019-03-07]. Dostupné z: <http://tuni.tul.cz/rubriky/udalosti/id:72877>
- [14] *Stap. O nás* [on-line]. [vid. 2019-03-07]. Dostupné z: <https://www.stap.cz/o-nas.html>
- [15] TITOVÁ, Anna. *Signalizační cyklistická a sportovní bunda*. Liberec, 2017. Diplomová práce. Technická univerzita v Liberci. Vedoucí práce Havelka Antonín, doc. Ing. CSc.
- [16] *Encyklopedie fyziky. Třetí Newtonův zákon - zákon akce a reakce* [on-line]. [vid. 2019-03-07]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/31-treti-newtonuv-zakon-zakon-akce-a-reakce>
- [17] *Converter. Součinitel smykového tření* [on-line]. [vid. 2019-03-07]. Dostupné z: <http://www.converter.cz/tabulky/smykove-treni.htm>
- [18] *Encyklopedie fyziky. Druhý Newtonův zákon - zákon síly* [on-line]. [vid. 2019-03-07]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/30-druhy-newtonuv-pohybovy-zakon-zakon-sily>
- [19] *American marketing association* [on-line]. 2019 [vid. 2019-03-07]. Dostupné z: <https://www.ama.org/the-definition-of-marketing/> (vlastní překlad)
- [20] KOTLER, P.; Wong, V.; Saunders, J.; Armstrong, G. *Moderní marketing*. 4. evropské vydání, Praha: Grada Publishing, 2007. ISBN 978-80-247-1545-2 str.47
- [21] KOZEL, R. et al. *Moderní marketingový výzkum*. Praha: Grada Publishing, 2006. ISBN 80-247-0966-X. str. 193
- [22] *Scilif* [on-line]. 2017 [vid. 2019-03-07]. Dostupné z: <http://scilif.com/eshop/>
- [23] *Jakasi. Co je životní cyklus výrobku (služby)? Jaké jsou fáze životního cyklu výrobku?* [on-line] 2015 [vid. 2019-03-07]. Dostupné z: <http://www.jakasi.cz/co-je-zivotni-cykus-vyrobku-sluzby-jake-jsou-faze-zivotniho-cyklu-vyrobku/>